

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-261325

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-059072

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 02.03.2001

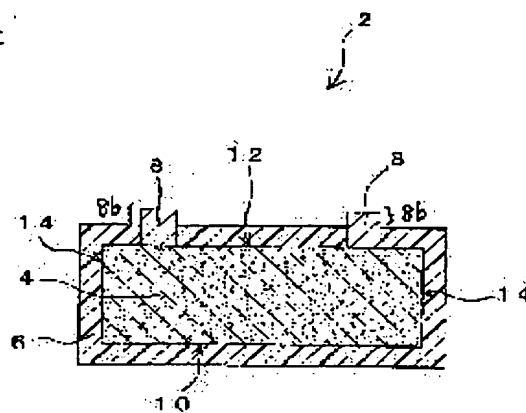
(72)Inventor : KITANO AKIYUKI

## (54) LIGHT-EMITTING DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-size light-emitting device having a high luminance, and also to provide a method of manufacturing the same.

SOLUTION: The light-emitting device comprises a light-emitting element which has two opposite principal planes and side faces, with one of the principal planes being used as a light emission observing surface and the other principal plane being used as a mounting surface, and which has bump on the mounting surface. The light-emitting element is practically covered over its entirety by a sealing member, with the end parts of the bumps protruding from the sealing member.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-261325  
(P2002-261325A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号 -

F I

H 0 1 L 33/00

Fターム(参考)

C 5 F 0 4 1

E

N

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-59072(P2001-59072)

(22) 出願日 平成13年3月2日 (2001.3.2)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 北野 晃行

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(74) 代理人 100074354

弁理士 豊栖 康弘 (外1名)

Fターム(参考) 5F041 AA04 AA05 AA12 AA47 CA02

CA34 CA50 CA85 CA98 CB25

DA09 DA12 DA44 DA45 DA56

DA82 DA92 DB03 DB07 EE25

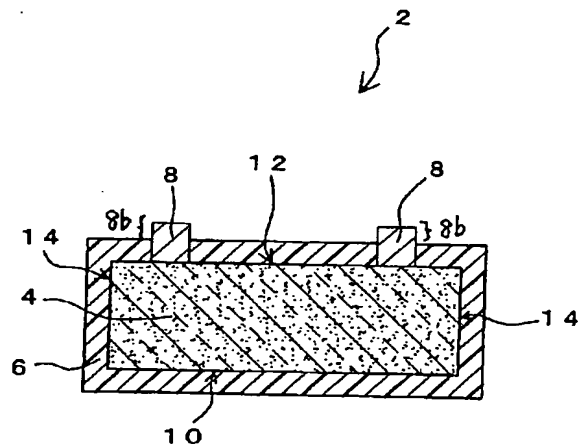
FF01

(54) 【発明の名称】 発光装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型で高輝度の発光装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の発光装置は、対向する2つの主面と、側面とを有し、一方の主面を発光観測面とし、他方の主面を実装面とし、前記実装面にバンプを有する発光素子が、実質的に全面を封止部材によって覆われ、前記バンプの先端部が前記封止部材から突出している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する2つの主面と、側面とを有し、一方の主面を発光観測面とし、他方の主面を実装面とし、前記実装面にバンブを有する発光素子が、実質的に全面を封止部材によって覆われ、前記バンブの先端部が前記封止部材から突出した発光装置。

【請求項2】 前記封止部材は蛍光体材料を含有する請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】 前記発光素子が青色発光素子であり、前記封止部材がYAG系の蛍光体材料を含有する請求項1に記載の発光装置。

【請求項4】 前記バンブの前記先端部が実質的に平坦な上面を有し、前記バンブの側面と前記上面とのなす角度が鋭角である請求項1から3のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項5】 (1) 発光素子となる領域を複数含むウェハであって、前記発光素子の実装面となる、前記ウェハの第1主面に、複数のバンブを形成する工程と、

(2) 前記ウェハの前記第1主面对向する第2主面に、封止部材を形成する工程と、(3) 前記ウェハの前記封止部材の表面に伸長シートを粘着させる工程と、

(4) 前記伸長シートを切断しないように前記ウェハを切断して、複数の発光素子に分割する工程と、(5) 前記伸長シートを伸長させることにより、前記複数の発光素子において、隣接する発光素子が互いに離間するように、前記隣接する発光素子の間に間隙を形成させる工程と、(6) 転写用シートに前記複数の発光素子の前記バンブの先端部を接触させて、前記転写用シートと前記発光素子の前記実装面との間に空間が形成されるように、前記複数の発光素子の前記バンブに前記転写用シートを接着させ、前記伸長シートを前記複数の発光素子から剥離することにより、前記複数の発光素子を前記転写用シートに転写する工程と、(7) 前記転写用シートに転写された前記複数の発光素子のそれぞれの前記封止部材がトレーの底面に接触するようにして、前記複数の発光素子を前記トレーの中に入れ、前記隣接する発光素子の前記間隙が封止材料で満たされるように、かつ、前記バンブの前記先端部を除く前記実装面の実質的に全面が前記封止材料で覆われるように、前記封止材料を前記トレーに充填させて、前記封止材料を硬化させる工程と、

(8) 前記トレーから、前記封止材料により連結された前記複数の発光素子を取り出し、前記複数の発光素子の側面に封止部材が残るように、前記隣接する発光素子の前記間隙の前記封止部材を切断して、複数の発光装置に分離する工程とを含む発光装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光装置およびその製造方法に関し、特に、ディスプレイ、光通信、およびOA機器などに好適に使用される発光装置およびその製

造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般的な発光装置の断面図を図21

(a)および(b)に示す。図21(a)の発光装置50および図21(b)の発光装置52において、基板54の表面54bにキャビティ部56を形成するように絶縁ブロック58が設けられ、そのキャビティ部56にLEDチップ60が透明樹脂62によって封止されている。なお、図21(a)に示す発光装置50において、LEDチップ60は、基板54にフリップチップ実装され、導電性部材65によって基板54の電極と電気的に接続されている。図21(b)に示す発光装置52においては、LEDチップ60は、半導体層側を上面にして基板54に搭載されており、ボンディングワイヤ64によって基板54の電極と電気的に接続されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、より小型の発光装置が望まれており、従来の発光装置50および52において、LEDチップ60をキャビティ部56に樹脂62によって封止する必要があるため、素子の小型化に限界があった。また、LEDチップ60が絶縁ブロック58で囲まれているため、LEDチップの側面から放出される光を十分利用できず、発光効率を向上させることができなかった。さらに、図21(b)に示す発光装置52では、LEDチップ60の発光観測面にワイヤ64が設けられているために、発光効率が低下したり、発光色にばらつきが生じるという問題があった。

【0004】本発明は上述したような課題を解決するためのものであり、小型で、発光強度の高い発光装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の発光装置は、対向する2つの主面と、側面とを有し、一方の主面を発光観測面とし、他方の主面を実装面とし、実装面にバンブを有する発光素子が、実質的に全面を封止部材によって覆われ、バンブの先端部が封止部材から突出している。

【0006】上記発光装置によると、実質的に発光素子の全面が封止部材によって覆われているため、発光素子を樹脂封止する必要がなく、発光装置を小型化できる。また、発光素子の発光観測面だけでなく、側面および実装面から放出される光をも効果的に利用することができるため、発光装置の発光強度を向上させることが可能となる。さらに、このような発光装置は、樹脂封止やパッケージングなどすることなしに使用可能である(ペアチップ状態で使用可能である)ので、装置を小型化できる。また、発光装置の実装面に設けられたバンブを基板に接合すれば、ダイレクトボンディングを行うことができる。さらに、バンブの先端部が上記封止部材から突出しているため、導電性樹脂をバンブの先端部に付着させ

て外部電極などに容易に接続することができる。

【0007】なお、上記「バンプの先端部」とは、バンプの上面（バンプと発光素子の実装面との接触面に対向する面）を含んでなるバンプの一部分であり、実装基板等との接合に使用される部分である。

【0008】上記発光装置において、封止部材が蛍光体材料を含有すれば、発光装置の発光素子から放出される光を、蛍光体材料を含有する封止部材を用いて、光の混色の原理に基づいて、色変換することができる。このように本発明の発光装置を色変換発光装置として使用する

場合、発光装置に使用する発光素子がバンプの先端部を除いて実質的に全面が封止部材によって覆われているので、発光素子のほぼ全面において均一に色変換を行うことができる。従って、色むらのない色変換発光装置を得ることができる。

【0009】上記発光素子が青色発光素子であり、上記封止部材がYAG系の蛍光体材料を含有すれば、光の混色の原理より白色発光装置を得ることができる。また、上記白色発光装置は、YAG系の蛍光体材料を含有する封止部材が実装面のバンプの先端部を除いて実質的にLEDチップの全面を覆うので、LEDチップの発光観測面だけでなく、側面および実装面から放出される光も色変換され、利用可能であるため、発光強度を向上させることが可能となる。また、実質的にLEDチップの全面において均一に色変換が行われるので、発光色のばらつきが抑制される。

【0010】上記バンプの先端部が実質的に平坦な上面を有し、バンプの側面と上面とのなす角度が鋭角であることが好ましい。バンプの先端部が実質的に平坦な上面を有すれば、バンプの平坦な上面を実装基板の電極に接続させた場合に、発光装置を実装基板にがたつきなく、安定して実装することができるからである。さらに、バンプの側面と上面とのなす角度が鋭角であれば、発光装置の製造工程において、発光素子の実装面に封止部材を形成する際に、硬化前の封止材料がバンプの先端部にまで達してしまうことを防止できるので、先端部が封止部材から突出したバンプをより確実に形成できる。

【0011】本発明の発光装置の製造方法は、（1）発光素子となる領域を複数含むウェハであって、前記発光素子の実装面となる、前記ウェハの第1主面に、複数の

10

20

30

40

50

記転写用シートと前記発光素子の前記実装面との間に空間が形成されるように、前記複数の発光素子の前記バンプに前記転写用シートを接着させ、前記伸長シートを前記複数の発光素子から剥離することにより、前記複数の発光素子を前記転写用シートに転写する工程と、（7）前記転写用シートに転写された前記複数の発光素子のそれぞれの前記封止部材がトレーの底面に接触するようにして、前記複数の発光素子を前記トレーの中に入れ、前記隣接する発光素子の前記間隙が封止材料で満たされるように、かつ、前記バンプの前記先端部を除く前記実装面の実質的に全面が前記封止材料で覆われるように、前記封止材料を前記トレーに充填させて、前記封止材料を硬化させる工程と、（8）前記トレーから、前記封止材料により連結された前記複数の発光素子を取り出し、前記複数の発光素子の側面に封止部材が残るように、前記隣接する発光素子の前記間隙の前記封止部材を切断して、複数の発光装置に分離する工程とを含む。上述の製造方法によると、発光素子の発光観測面に封止部材を形成する工程と、発光素子の側面および実装面に封止部材を形成する工程とを異なる工程で行う。すなわち、発光素子の側面および実装面に封止部材を形成する工程は上述したように、（3）伸長シート粘着工程と、（4）ウェハ切断工程と、（5）伸長シートの伸長工程と、

（6）転写工程と、（7）封止材料の充填および硬化工程と、（8）分離工程とを含むことにより、従来困難とされていた発光素子の側面および実装面にも、均一な膜厚で容易に封止部材を形成させることができる。従って、実装面のバンプの先端部を除いて実質的に全面を封止部材によって覆われた発光装置を容易に製造することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1は、本発明の一実施形態の発光装置2の断面図である。本実施形態の発光装置2は、図1に示すように、対向する2つの主面である発光観測面10および実装面12と、側面14とを有する発光素子4が、封止部材6によって覆われて形成されている。発光素子4の実装面12にはバンプ8が形成されており、封止部材6は実装面12のバンプ8の先端部分8bを除いて、実質的に発光素子4の全面を覆っている。なお、本実施形態1では、上記発光素子4として、例えば発光ダイオードチップ（以下、LEDチップと称する）を使用するが、本発明の発光装置に使用される発光素子はこれに限定されない。

【0013】発光装置2におけるLEDチップ4は、例えば図2（a）に示すように、サファイア基板15の表面に、n型窒化物半導体層16と活性層18とp型窒化物半導体層20とがこの順で積層され、さらに、n型窒化物半導体層16の表面にはn電極22およびバンプ8が設けられ、p型窒化物半導体層20の表面にはp電極24およびバンプ8が設けられている。このようなLED

Dチップ4はバンブ8を実装基板に接合して、表面実装される。なお図2(a)はLEDチップ4を模式的に示す断面図であり、図2(a)に示されたLEDチップ4を構成する各層の膜厚は、実際のLEDチップを構成する各層の膜厚を正確に示すものでない。実際のLEDチップでは、基板15の厚みおよびバンブ8の高さに対して、窒化物半導体層16、18および20の厚みが非常に薄いために、n電極22上のバンブ8およびp電極24上のバンブ8において、これらのバンブ8の先端部8bから基板15の底面までの距離がほぼ等しく、n電極22上のバンブ8の先端部8bの高さとp電極24上のバンブ8の先端部8bとの高さは実質的に一致している。

【0014】本実施形態の発光装置2によると、LEDチップ4が、その実装面12に設けられたバンブ8の先端部8bを除いて実質的に全面を封止部材6によって覆われているので、図21(a)および(b)にそれぞれ示した従来の発光装置50および52のように、LEDチップ60をキャビティ56の内部に樹脂層62によって封止する必要がないので、発光装置を小型化することができる。また、LEDチップ4の発光観測面10だけでなく、側面14および実装面12から放出される光をも有効に利用することができるので、素子の発光強度を向上させることが可能となる。

【0015】また、図1に示すように、本実施形態の発光装置2において、バンブ8の先端部8bは、封止部材6から突出していることが好ましい。以下にその理由を説明する。発光装置2のLEDチップ4の実装面12を外部電極（例えば実装基板の電極）と対向させるフリップチップ式実装を行う場合、バンブ8に導電性接着剤を付着させて、この導電性接着剤を介して外部電極に接続することができる。本実施形態の発光装置2のようにバンブ8の先端部8bが封止部材6から突出していれば、バンブ8の先端部8bに導電性接着剤を付着させて外部電極に容易に接続できる。従って、バンブ8の先端部8bが、封止部材6から突出していることが好ましい。また、バンブ8の先端部8bが封止部材6から突出していると、バンブ8を超音波溶着させて実装基板に接合させることも可能であり、この場合、より容易に接合を行うことができる。

【0016】なお、バンブ8は図2(b)に示すように、バンブ8の先端部8bにおいて、上面8cが実質的に平坦であることが好ましい。これは、バンブ8の先端部8bが実質的に平坦な上面8cを有すれば、バンブ8の平坦な上面8cを実装基板の電極に接続させた場合に、発光装置2を実装基板にがたつきなく、安定して実装することができるからである。さらに、バンブ8の側面8dと上面8cとのなす角度が鋭角であることが好ましい。これは後で詳述するが、発光装置2の製造工程において、LEDチップ4の実装面12に封止部材6を形

成する際に、硬化前の封止材料がバンブ8の先端部8bにまで達してしまうことを防止できるので、先端部8bが封止部材6から突出したバンブをより確実に形成できるからである。

【0017】本実施形態において、封止部材6は蛍光体材料を含有しても良い。例えば、封止部材6に(Y,Gd)(Al,Ga)<sub>3</sub>O<sub>7</sub>の組成式で表されるYAG系の蛍光体を含有する樹脂などの封止部材を使用し、LEDチップ4に青色発光のLEDチップを使用すれば白色発光装置を得ることができる。

【0018】以下に白色発光機構を簡単に説明する。青色LEDチップから放出された青色光が、蛍光体を含有する封止部材の中へ入射すると、その一部が層内で蛍光体に吸収される。蛍光体に吸収された青色光は励起源として働き、蛍光体は黄色の蛍光を層の外に放出する。一方、層内で蛍光体に吸収されなかった青色光はそのまま封止部材の外に放出される。この黄色光と青色光とが混ぜ合わされて、人間の目には白色光として見える。上記のような光の混色の原理により、青色LEDチップからの発光が色変換されて白色の発光が得られる。

【0019】上記のような白色発光装置は、実装面12のバンブ8の先端部を除いてLEDチップ4のほぼ全面が蛍光体を含有する封止部材6によって覆われているので、LEDチップ4の発光観測面10だけでなく、LEDチップ4の側面14および実装面12からの発光をも、上述した光の混色の原理により色変換することができる。LEDチップの実装面または側面に樹脂層が形成されていなかった従来の発光装置では、それらの面から青色光が漏れ出して、発光装置の発光色がばらつくという問題があったが、本実施形態の白色発光装置によると、LEDチップの発光観測面10、側面14および実装面12のほぼ全面からの発光を均一に色変換できるので、発光装置の発光色のばらつきを抑制することができる。また、従来、効果的に利用することが困難であったLEDチップの実装面12および側面14からの発光を利用できるので、従来よりも装置の発光効率を向上させることができる。

【0020】以下に、本実施形態の発光装置の一例である白色発光装置の製造方法を図3～図17を参照して説明する。

（バンブ形成工程）まず、青色発光のLEDチップ4となる領域4Rを複数有するウェハ30を用意する。このウェハ30は、図2を参照して上述したように、例えば、サファイアからなる基板15上に、n型窒化物半導体層16と活性層18とp型窒化物半導体層20とがこの順で積層されてなり、さらに、各領域4Rにおいて、n型窒化物半導体層16の表面にn電極22が設けられ、p型窒化物半導体層20の表面にp電極24が設けられている。

【0021】上記のようなウェハ30を真空吸着で固定

しながら、ウェハ30の各領域4Rに設けられたn電極22およびp電極24に、バンプボンダーを用いてAu、Pt等からなるバンプ8を形成する。バンプ8のボンディング条件は、各バンプ8のバンプシヤ強度が50gf以上であるように設定されることが好ましい。また、n電極22上のバンプ8の上面の高さとp電極24上のバンプの8の上面の高さとが実質的に等しく、バンプ8の上面がLEDダイオードの実装面12と平行な平坦面となることが好ましい。さらに、この平坦面の面積をできるだけ大きくすることが好ましい。このようにバンプを形成すると、最終的に得られる発光装置を実装基板に安定して実装できる。特に、上述した図2(b)に示されるように、バンプ8の先端部8bが実質的に平坦な上面8cを有し、バンプ8の側面8dと上面8cとのなす角度が鋭角であることが好ましい。

【0022】以下に図2(b)に示される形状のバンプ8の作製方法を簡単に説明する。まず、図17(a)に示すように、Auなどの金属からなるワイヤ8eをキャピラリー42の細穴に通し、ワイヤ8eの先端をキャピラリー42の先端から突出させて、ワイヤ8eの先端を溶融させてボール8fを形成する。次に、このボール8fをバンプ形成面である電極22、24上に付与して、電極22、24上にバンプを形成する。続いて、図17(b)に示すように、電極22、24面に略平行にキャピラリー42の先端部分を上記バンプ8f上に押圧および摺動(スクラブ)させて、図2(b)に示される形状のバンプ8を作製する。この方法によると、バンプ形成面である電極22、24にバンプを形成すると同時に、バンプを図2(b)に示すような形状にすることができる。

【0023】あるいは、バンプ形成面である電極22、24上に通常の方法でバンプを形成した後、電極22、24の面に対して平行に配置された板(任意の材料から形成され、例えば金属からなる)によって、押圧および摺動(スクラブ)させることにより、図2(b)に示される形状のバンプ8を作製してもよい。この方法によると、n電極22およびp電極24上に形成するバンプの上面を同時に平坦化でき、n電極22およびp電極24上に形成するバンプにおいて、ウェハの底面30cからの高さを等しくすることができる。このようなバンプによると、最終的に得られる発光装置をより安定して実装基板などに実装することができる。

【0024】以上のようにして、図3に示すように、最終的に得られるLEDチップの実装面となるウェハ30の第1主面30bに設けられたn電極22およびp電極24上にそれぞれバンプ8を形成する。

【0025】(第1の封止部材形成工程)以下、ウェハ30の第2主面30cに封止部材6Dを形成する方法の一例を図4~8を参照して説明する。なお、以下の説明では封止部材6が樹脂層からなる例について説明する

が、本実施形態の発光装置はこれに限定されることはない。封止部材6が例えば、ガラスコーティング剤などから形成されていれば、より耐熱性に優れた封止部材6を形成することができる。

【0026】まず、図4に示すように、上述したYAG系の蛍光体を含有するエポキシまたはシリコン樹脂材料6Lを金属(例えばステンレス(SUS)製のトレイ32に満たす。なお、後の工程で硬化した樹脂材料がトレイ32から剥がれやすいように、トレイ32の内部表面32bに予め離型剤を塗布することが好ましい。離型剤には例えばフッ素系ダイフリースプレー(ダイキン株式会社製)を使用することができる。また、最終的に得られるLEDチップの発光観測面に形成される樹脂層の厚みは、トレイに注入する樹脂材料6Lの量に依存するため、所望の樹脂層の厚みを考慮して注入すべき樹脂材料の量を決定する。

【0027】続いて図5に示すように、上記ウェハ30の第2主面30cがYAG系蛍光体を含有する樹脂材料6Lに接するように、ウェハ30をトレイ32に入れ、樹脂材料6Lを加熱して硬化させる(図6)。ここで、ウェハの第2主面30cとトレイの内部表面32bとの間の距離が、ウェハ分割後、最終的に得られるLEDチップの発光観測面に形成される樹脂層の厚みになる。YAG系蛍光体を含有する樹脂材料6Lの樹脂成分には、青色光に対する変色などの経時変化の極めて小さい材料を選択することが好ましく、本実施形態では例えばエポキシまたはシリコン樹脂材料を使用する。また、硬化温度が、図12に示す後の工程で使用される転写用の耐熱シート42の耐熱温度(剥離シートを使用する場合に30は剥離温度)よりも低い樹脂を選択することが好ましい。例えば本実施形態で使用したエポキシまたはシリコン樹脂材料の硬化温度が約100℃である場合、転写用の耐熱シート42として耐熱温度が120℃程度のものを用いる。

【0028】YAG系蛍光体を含有する樹脂材料6Lが硬化した後、図7に示すように、樹脂層6Dが形成されたウェハ30をトレイ32から取り出す。上述したように、予め離型剤36がトレイ32の内部表面に塗布されているので、ウェハ30をトレイ32から容易に取り出すことができる。なお、図16に示すように、側壁部をテーパ状にしたトレイ33を使用してもよく、このようにしてもウェハ30をトレイから容易に取り出すことができる。以上のようにして、図8に示すように、ウェハ30の第2主面30cにYAG系蛍光体含有の樹脂層6Dを形成する。

【0029】(第2の封止部材形成工程)次に図9に示すように、ウェハ30の樹脂層6Dの表面6bに、粘着性を有する伸長シート38を貼り付ける。本実施形態では、伸長シート38に、例えば、ポリオレフィンからなる基材フィルム(膜厚70μm)にアクリル系粘着剤

(膜厚10 $\mu$ m)が形成されたシートを使用する。

【0030】続いて、図10に示すように、伸長シート38を切断しないように、例えばスクライバーを用いてウェハ30および樹脂層6Dを切断して、複数のLEDチップ4に分割する。

【0031】続いて図11に示すように、分割された複数のLEDチップ4が伸長シート38に接着された状態で、伸長シート38をエキスパンダーによって均一に伸長(エキスパンド)させる。図11に対応する平面図を図17(c)に示す。図11および図17(c)に示されるように、伸長シート38を伸長させることにより、伸長シート38に接着された複数のLEDチップ4において、隣接するLEDチップが互いに離間し、隣接するLEDチップの間に間隙40が形成される。また、伸長シート38が均一に伸長されることにより、いずれの間隙40もほぼ等距離になる。エキスパンダーによって伸長シート38の伸長率を制御することにより、隣接するLEDチップ間の間隙を所定の値に設定し、分割された後のLEDチップ4の側面に形成される樹脂層6の厚さを所望の値に設定する。なお、側面14に形成する樹脂層の厚さは、側面14に付与させるべきYAG系の蛍光体の量を考慮して決定される。本実施形態では、LEDチップ4の側面14に形成される樹脂層の厚さと、発光観測面10に形成される樹脂層の厚さとが同程度になるように、伸長シート38の伸長率を制御する。

【0032】次に図12に示すように、LEDチップ4の実装面12に設けられたバンブ8の先端部8bを転写用の耐熱シート42に接触させて、複数のLEDチップ4のバンブ8を耐熱シート42に接着させる。このとき、転写用の耐熱シート42とLEDチップの実装面12との間に空間が形成されるように、バンブ8と耐熱シート42との接着を行う。バンブ8に耐熱シート42を接着後、LEDチップ4の樹脂層6Dに粘着されていた伸長シート38を剥離し、それぞれのLEDチップ4を耐熱シート42に転写する。なお、上記転写用の耐熱シート42の替わりに、一定温度を超えるとシートから被接着物が剥離する熱剥離シートを使用しても良い。

【0033】次に図13に示すように、各LEDチップ4に形成されている樹脂層6Dがトレー44の底面44bに接触するように、耐熱シート42に転写されたLEDチップ4をトレー44に入れ、トレー44の内部をYAG系の蛍光体を含有する樹脂材料6Lで満たす。本実施形態では、ここで使用する樹脂材料6Lに、LEDチップの発光観測面10に形成した樹脂層6Dを形成するための樹脂材料6L(図4)と同様の材料を使用することもできるし、樹脂材料に対する蛍光体濃度を必要に応じて変更して用いても良い。樹脂材料6Lは、LEDチップ4の間隙40が樹脂材料6Lで満たされるように、かつ、バンブ8の先端部8bを除く実装面12の全面が樹脂材料6Lで覆われるように、トレー44内部に注入

される。なお、バンブ8の上面8cが転写用の耐熱シート42にマスクされているので、樹脂材料6Lをトレー44内部に注入する際に、樹脂材料6Lによってバンブ8の上面8cが覆われてしまうことを防止できる。さらに、図2(b)を参照して説明したように、バンブ8において、側面8dと上面8cとのなす角度が鋭角であれば、樹脂材料6Lがバンブ8の先端部まで達することを防ぐことができるので、最終的に得られる発光装置2において、より確実に、バンブ8の先端部8bを樹脂層6から突出させることができる(図1参照)。

【0034】トレー44内部に注入する樹脂材料6Lの量(液面の高さ)を制御することにより、LEDチップの実装面に形成する樹脂層の厚さを制御することができる。本実施形態では、LEDチップ4の発光観測面10の樹脂層に対して、50%程度の厚さを有する樹脂層が実装面12に形成されるように、トレー44内部に注入する樹脂材料6Lの量を制御する。なお、トレー44には、図4で使用したトレー32と同様のトレーを使用することもできれば、専用のトレーを用いることもできる。また、図4を参照して説明したように、樹脂材料6Lを注入する前にトレー44の内部表面に予め離型剤36を塗布しておけば、後の工程で硬化したLEDチップをトレー44から容易に取り出すことができる。

【0035】続いて図14に示すように上記樹脂材料6Lを加熱して硬化させて、樹脂層6Eによって連結された複数のLEDチップ4をトレー44から取り出す。また、耐熱シート42をバンブ8から剥離する。なお、樹脂材料6Lを硬化させるための加熱は、転写に使用する耐熱シート42の耐熱温度範囲で行う。

【0036】最後に、図15に示すように、いずれのLEDチップ4の側面14にも同程度の厚みの樹脂層が残るように、LEDチップ4の間隙40の樹脂層6Eの中央部分をダイサーを使用して切断する。本実施形態では、上述したように、発光観測面10に形成された樹脂層6Dの厚みと、側面14に形成された樹脂層の厚みとが同程度である。分離された各発光装置は、実装面のバンブの先端部を除いて実質的に全面が樹脂層によって覆われている。以上のようにして、本実施形態の発光装置を作製する。

【0037】(応用例)以下に実施形態1の発光装置2の様々な応用例について説明する。図18に示す発光装置は、複数の発光装置2A、2Bおよび2Cが同一基板3上に搭載されて形成されてなる。発光装置2A、2Bおよび2Cは、いずれも実施形態1で説明した発光装置2と同様であり、LEDチップが実装面のバンブの先端部を除いて実質的に全面が樹脂層に覆われて形成されている。発光装置2A、2Bおよび2Cのうち、発光装置2Aは、青色LEDチップがYAG系の蛍光体を含有する樹脂層で覆われ、光の混色の原理により白色光が発光される白色発光装置である。発光装置2Bは、青色LED

Dチップが蛍光体を含有しない樹脂層で覆われた青色発光装置であり、発光装置2Cは、黄色LEDチップが蛍光体を含有しない樹脂層で覆われた黄色発光装置である。

【0038】図18に示す発光装置によると、各発光装置2A、2Bおよび2Cが非常に小型であるので、異なる色を発光するこれら複数の発光装置を組み合わせ使用しても、装置を小型化できる。

【0039】図19に示す発光装置は、実施形態1の発光装置2が基板3に搭載され、パンプ8が基板3上の各電極5に直接接続されてなる。上述したように発光装置2は、LEDチップのほぼ全面が樹脂層によって覆われて形成されているので、発光装置2をさらに樹脂封止したり、あるいはパッケージングなどすることなしに、使用することができるので、発光装置2を使用する発光装置を小型化できる。

【0040】図20に示す発光装置は、実施形態1の発光装置2を利用したチップ部品型発光装置である。このチップ部品型発光装置は、発光装置2が基板3に搭載され、基板3上にキャビティ部7を形成するように絶縁ブロック9が形成され、キャビティ部7の内部に透明樹脂材料を充填させて発光装置2を封止して形成されている。キャビティ部7は、発光装置2からの発光の反射成分がより利用できるように、内部表面7bにメッキ層が形成されており、さらに、発光装置2が搭載されている底面7cの面積が上面7dの面積よりも小さくなるように、キャビティの内部側面が傾斜して、すり鉢形状になっている。キャビティ部7において、発光装置2のパンプ8は、基板3上の各電極5に直接接続されている。このような発光装置によると、発光装置2から放出された光を非常に有効利用できるもので、さらに高輝度な発光装置を得ることができる。

【0041】また、図20のチップ部品型発光装置によると、発光装置2がキャビティ部7の内部に透明樹脂材料で封止され、発光装置2が透明樹脂材料によって覆われている。従って、透明樹脂材料からなる封止樹脂層が発光装置2の保護膜のような役割を果たし、発光装置2が空気中の水分を吸収することを防ぐので、装置の劣化を妨げることができる。

【0042】また、図20のチップ部品型発光装置を色変換発光装置として使用する場合には、発光装置2に使用する封止部材6に蛍光体材料を含有させる。発光装置2において、LEDチップのほぼ全面が封止部材によって覆われているので、発光装置2のほぼ全面から均一に色変換された光が放出される。図20のチップ部品型発光装置によると、発光装置2から放出された光がキャビティ部7の内部で反射し、この光を有効利用できる。従って、さらに高輝度で色むらのない色変換発光装置を得ることが可能となる。

【0043】以下、封止部材6に蛍光体材料を含有させ

て本実施形態の発光装置2を色変換発光装置として使用する場合に使用可能な発光素子4、および、封止部材6に混合され得る蛍光体物質、ならびに封止部材6について詳述する。

【0044】(発光素子) 本実施形態の発光装置が色変換発光装置である場合、発光素子からの光は、蛍光体物質から放出される光よりも短波長であると効率がよい。そのため、高効率に発光輝度の高い可視光を発光可能な半導体素子として、窒化物半導体 ( $In_xGa_yAl_{1-x-y}N$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) を活性層に利用したものが好適に挙げられる。窒化物半導体を利用した発光素子は、サファイア基板、スピネル ( $MgAl_2O_4$ ) 基板、SiC、GaN単結晶等の上に形成させることができるが、量産性と結晶性を満たすにはサファイア基板を用いることが好ましい。よって、本実施形態では、n型及びp型の窒化物半導体層が絶縁性基板であるサファイア基板上に形成され、半導体層側に両電極を有する発光素子を用いている。

【0045】(蛍光物質) 本実施形態の発光素子に用いられる蛍光物質は、窒化物系半導体を発光層とする半導体発光素子から発光された光を励起させて発光できるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質をベースとしたものである。

【0046】具体的なイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質としては、 $YAlO_3 : Ce$ 、 $Y_3Al_5O_{12} : Y : Ce$  (YAG:Ce) や  $Y_4Al_2O_{12} : Ce$ 、更にはこれらの混合物などが挙げられる。イットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質にBa、Sr、Mg、Ca、Znの少なくとも一種が含有されていてもよい。また、Siを含有させることによって、結晶成長の反応を抑制し蛍光物質の粒子を描えることができる。

【0047】本明細書において、Ceで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光物質は特に広義に解釈するものとし、イットリウムの一部あるいは全体を、Lu、Sc、La、Gd及びSmからなる群から選ばれる少なくとも1つの元素に置換され、あるいは、アルミニウムの一部あるいは全体をBa、Tl、Ga、Inの何れが又は両方で置換され蛍光作用を有する蛍光体を含む広い意味に使用する。

【0048】更に詳しくは、一般式 ( $Y_zGd_{1-z}$ )、 $Al_2O_3 : Ce$  (但し、 $0 < z \leq 1$ ) で示されるフォトルミネッセンス蛍光体や一般式 ( $Re_{1-a}Sm_a$ )、 $Re'_bO_{1.2} : Ce$  (但し、 $0 \leq a < 1$ ,  $0 \leq b \leq 1$ , Reは、Y、Gd、La、Scから選択される少なくとも一種、Re'は、Al、Ga、Inから選択される少なくとも一種である。) で示されるフォトルミネッセンス蛍光体である。

【0049】この蛍光物質は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークを450nm付近にさせることができる。また、発光ピーク



も、580nm付近にあり700nmまですそを引くブロードな発光スペクトルを持つ。

【0050】またフォトルミネセンス蛍光体は、結晶中にGd（ガドリニウム）を含有することにより、460nm以上の長波長域の励起発光効率を高くすることができる。Gdの含有量の増加により、発光ピーク波長が長波長に移動し全体の発光波長も長波長側にシフトする。すなわち、赤みの強い発光色が必要な場合、Gdの置換量を多くすることで達成できる。一方、Gdが増加すると共に、青色光によるフォトルミネセンスの発光輝度は低下する傾向にある。さらに、所望に応じてCeに加え

Tb、Cu、Ag、Au、Fe、Cr、Nd、Dy、Co、Ni、Ti、Euらを含有させることもできる。【0051】しかも、ガーネット構造を持ったイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体の組成のうち、Alの一部をGaで置換することで発光波長が短波長側にシフトする。また、組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長側にシフトする。

【0052】Yの一部をGdで置換する場合、Gdへの置換を1割未満にし、且つCeの含有（置換）を0.03から1.0にすることが好ましい。Gdへの置換が2割未満では緑色成分が大きく赤色成分が少なくなるが、Ceの含有量を増やすことで赤色成分を補え、輝度を低下させることなく所望の色調を得ることができる。このような組成にすると温度特性が良好となり発光ダイオードの信頼性を向上させることができる。また、赤色成分を多く有するように調整されたフォトルミネセンス蛍光体を使用すると、ピンク等の中間色を発光することが可能な発光装置を形成することができる。

【0053】このようなフォトルミネセンス蛍光体は、Y、Gd、Al、及びCeの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化バリウムやフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450℃の温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、つぎに焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0054】発光ダイオードにおいて、このようなフォトルミネセンス蛍光体は、2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体や他の蛍光体を混合させてもよい。

【0055】他にも青色、青緑色や緑色を吸収して赤色が発光可能な蛍光体としては、Eu及び／又はCrで付活されたサファイア（酸化アルミニウム）蛍光体やEu及び／又はCrで付活された窒素含有Ca-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、-SiO<sub>2</sub>蛍光体（オキシナイトライド蛍光硝子）等が

挙げられる。これらの蛍光体を利用して発光素子からの光と蛍光体からの光の混色により白色光を得ることもできる。

【0056】また、蛍光体材料を含有させる封止部材（透光性モールド部材）の粘度や、蛍光体の粒径が、形成時の量産性に影響する。すなわち、透光性モールド部材となる材料の粘度が低い場合や、蛍光体の粒径が大きい場合は透光性モールド部材となる材料との比重差による分離沈降が促進する傾向にある。また、粉碎工程での結晶破壊などにより、無機蛍光体では粒径が小さくなると変換効率が低下する傾向にある。さらに、あまり小さくなりすぎると凝集体を構成するために透光性モールド部材中への分散性が低下し発光装置からの色ムラや輝度ムラを引き起こす傾向にある。そのため、透光性モールド部材の材料や蛍光体にもよるが、蛍光体の平均粒径は1～100μmが好ましく、5～50μmがより好ましい。ここで平均粒径とは、空気透過法を基本原理としてサブミクロンサイザーにて測定された平均粒子径を示す。

【0057】また、発光出力を向上させるためには、本発明で用いられる蛍光物質の平均粒径は10μm～50μmが好ましく、より好ましくは15μm～30μmである。このような粒径を有する蛍光物質は光の吸収率及び変換効率が高く且つ励起波長の幅が広い。このように、光学的に優れた特徴を有する大粒径蛍光物質を含有させることにより、発光素子の主波長周辺の光をも良好に変換し発光することが可能となり、発光装置の量産性が向上される。

【0058】また、この平均粒径値を有する蛍光物質が頻度高く含有されていることが好ましく、頻度値は20%～50%が好ましい。このように粒径のパラツキが小さい蛍光物質を用いることにより色ムラが抑制され良好な色調を有する発光装置が得られる。

【0059】本発明に用いられる具体的蛍光物質として、Ceで付活されたYAG系蛍光体（Y、Lu、Sc、La、Gd及びSmから選ばれた少なくとも1つの元素と、Al、Ga、及びInからなる群から選ばれた少なくとも1つの元素とを含んでなるセリウムで付活されたガーネット系蛍光体）を挙げる。YAG系蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で沈降させる。これを焼成して得られる共沈酸化物と酸化アルミニウムを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度で170分焼成して焼成品が得られる。焼成品を水中でボールミルして洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通してYAG系蛍光体を形成させることができる。

【0060】同様に、本発明に用いられる他の具体的蛍光体として、Eu及び／又はCrで付活された窒素含有CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>蛍光体が挙げられる。このEu及び／又はCrで付活された窒素含有CaO-Al

$\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$  蛍光体は、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、窒化珪素及び酸化カルシウムなどの原料に希土類原料を所定比に混合した粉末を窒素雰囲気下において1300℃から1900℃（より好ましくは1500℃から1750℃）において熔融し成形させる。成形品をボールミルして洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して蛍光体を形成させることができる。これにより450nmにピークをもった励起スペクトルと約650nmにピークがある青色光により赤色発光が発光可能なEu及び/又はCrで付活されたCa-Al-Si-O-N系オキシナイトライド蛍光硝子とすることができる。

【0061】なお、Eu及び/又はCrで付活されたCa-Al-Si-O-N系オキシナイトライド蛍光硝子の窒素含有量を増減することによって発光スペクトルのピークを575nmから690nmに連続的にシフトすることができる。同様に、励起スペクトルも連続的にシフトさせることができる。そのため、Mg、Znなどの不純物がドーパされたGaNやInGaNを発光層に含む窒化ガリウム系化合物半導体からの光と、約580nmの蛍光体の光の合成光により白色系を発光させることができる。特に、約490nmの光が高輝度で発光可能なInGaNを発光層に含む窒化ガリウム系化合物半導体からなる発光素子との組合せに理想的に発光を得ることができる。

【0062】また、上述のCeで付活されたYAG系蛍光体とEu及び/又はCrで付活された窒素含有Ca-Al-Si-O-N系オキシナイトライド蛍光硝子とを組み合わせることにより青色系が発光可能な発光素子を利用してRGB（赤色、緑色、青色）成分を高輝度を含む極めて演色性の高い発光ダイオードを形成させることもできる。このため、所望の顔料を添加するだけで任意の中間色も極めて簡単に形成させることができる。本発明においては何れの蛍光体も無機蛍光体であり、有機の光散乱剤や $\text{SiO}_2$ などを利用して高コントラストと優れた量産性が両立した発光ダイオードを形成させることができる。

【0063】（封止部材）このような蛍光物質を封止部材（透光性モールド部材）に含有させる。透光性モールド部材の材料原料としては、発光素子及び蛍光物質からの光に対して耐光性が高く、透光性に優れたものが好ましい。また、発光素子を被覆する保護膜として働く場合には、ある程度の剛性が要求される。透光性モールド部材の材料として、具体的にはエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、ポリイミド樹脂等の無溶剤、あるいは溶剤タイプの液状透光性熱硬化樹脂が好適に挙げられる。同様に、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリノルボルネン樹脂等の溶剤タイプの液状透光性熱可塑樹脂も利用することができる。更に、有機物だけでなく二酸化珪素などの無機物やゾル-ゲル法にて形成した二

酸化珪素及びアクリル樹脂などを混合したハイブリッド樹脂も好適に利用することができる。また、凸レンズ部材など更に透光性モールド部材を樹脂等にて被覆する場合は、凸レンズ部材等との密着性を考慮して上述で記載した樹脂から選択利用することができる。

【0064】（実施形態2）本実施形態2の白色系の発光装置は、実施形態1のLEDチップ4に400nm付近の短波長領域に発光ピークを有する紫外発光のLEDチップを使用し、LEDチップを覆う樹脂層に下記のような材料を使用することにおいて、実施形態1の発光装置2と異なる。

【0065】以下、本実施形態2における、上記LEDチップを覆う樹脂層について説明する。

【0066】樹脂材料に含まれる樹脂成分には、比較的紫外線に強い樹脂（例えばシリコーンまたはアクリルなど）やガラスなどを使用する。上記樹脂成分に、紫外光を吸収して、赤色を発光する蛍光体材料と、青色を発光する蛍光体材料と、緑色を発光する蛍光体材料とを混合させる。具体的には、上記赤色発光蛍光物質として、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{:Eu}$ 、または $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2\text{:Mn}$ 、または $\text{Mg}_8\text{As}_2\text{O}_{11}\text{:Mn}$ 、または $\text{Gd}_2\text{O}_3\text{:Eu}$ 、または $\text{LaO}_2\text{S:E u}$ 、または $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S:E u}$ が使用される。上記青色発光蛍光物質として、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl:E u}$ 、または $\text{Re}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl:E u}$ （ただしReは、Sr、Ca、BaおよびMgから選択される少なくとも1つ）、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_4\text{O}_{17}\text{:Eu}$ が使用される。上記緑色発光蛍光物質として、 $(\text{SrEu})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ が使用される。

【0067】本実施形態2によると、紫外発光のLEDチップの発光観測面、側面および実装面のほぼ全面が、紫外線を吸収して赤色、青色および緑色を発光する蛍光体を含有する樹脂層で覆われているので、LEDチップの発光観測面だけでなく、側面および実装面から放出される光をも、蛍光体物質に吸収させて、波長変換を行うことができる。従って、実質的にLEDチップの全面において、光の混色の原理により、白色発光を得ることができる。このような発光装置は紫外線によって劣化されにくいので、長寿命で信頼性が高い。

【0068】なお、本実施形態2では、LEDチップを覆う樹脂層に、紫外光を吸収して、赤色を発光する蛍光体材料と、青色を発光する蛍光体材料と、緑色を発光する蛍光体材料とが混合されているが、本実施形態2の発光装置はこれに限定されない。樹脂層に上記蛍光体材料の少なくとも1つが含まれていれば、その蛍光体材料に対応した発光を得ることができる。

【0069】

【発明の効果】上述したように、本発明によると、小型で高輝度の発光装置、およびその製造方法を提供することができる。また、本発明の発光装置を色変換発光装置

として使用する場合、発光素子のほぼ全面において均一に色変換を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態における発光装置の断面図である。

【図2】 (a)は図1の発光装置に含まれるLEDチップの断面図であり、(b)はバンプの拡大断面図である。

【図3】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第1工程を示す図である。

【図4】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第2工程を示す図である。

【図5】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第3工程を示す図である。

【図6】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第4工程を示す図である。

【図7】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第5工程を示す図である。

【図8】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第6工程を示す図である。

【図9】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第7工程を示す図である。

【図10】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第8工程を示す図である。

【図11】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第9工程を示す図である。

【図12】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第10工程を示す図である。

【図13】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第11工程を示す図である。

【図14】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第12工程を示す図である。

【図15】 本発明の一実施形態の発光装置の製造方法の第13工程を示す図である。

\*【図16】 本実施形態に使用される他のトレイの断面図である。

【図17】 (a)および(b)はバンプの作製方法を説明するための図であり、(c)は図11に対応する平面図である。

【図18】 実施形態1の発光装置を使用した発光装置を示す図である。

【図19】 実施形態1の発光装置を使用した発光装置を示す図である。

10 【図20】 実施形態1の発光装置を使用した発光装置を示す図である。

【図21】 (a)および(b)は、一般的な発光装置の断面図である。

【符号の説明】

2 発光装置

4 発光素子

6 封止部材

6L 封止材料

6D 封止部材

20 8 バンプ

10 発光観測面

12 実装面

14 側面

16 n型窒化物半導体層

18 活性層

20 p型窒化物半導体層

22 n電極

24 p電極

30 ウェハ

30 32、33、44 トレー

38 伸長シート

40 間隙

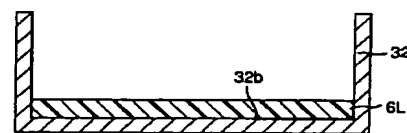
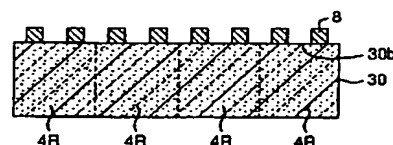
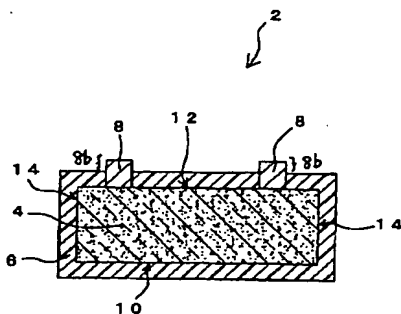
42 転写用の耐熱シート

\*

【図1】

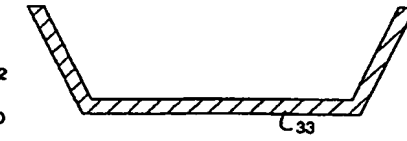
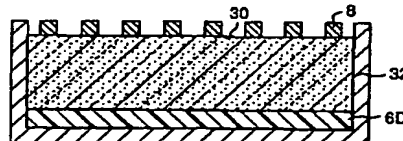
【図3】

【図4】

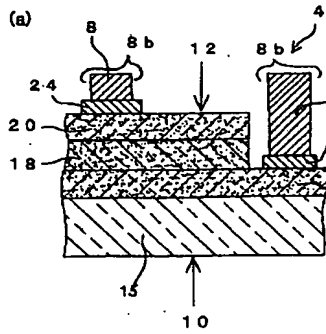


【図6】

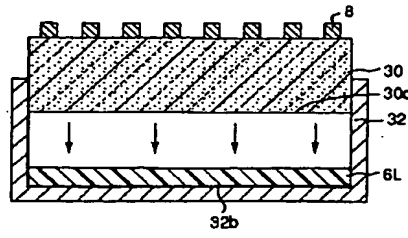
【図16】



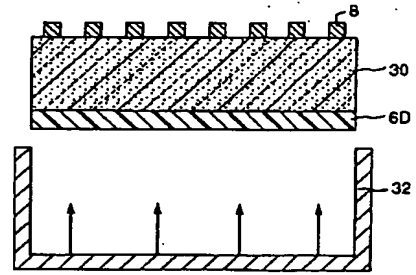
【図2】



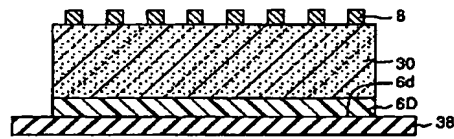
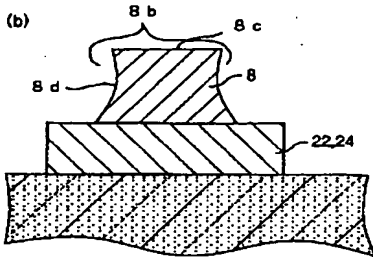
【図5】



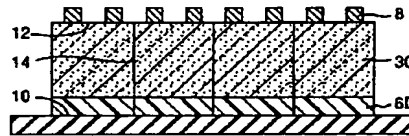
【図7】



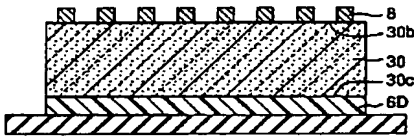
【図9】



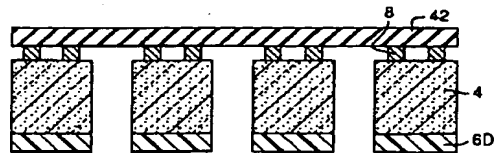
【図10】



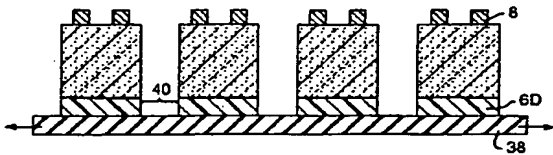
【図8】



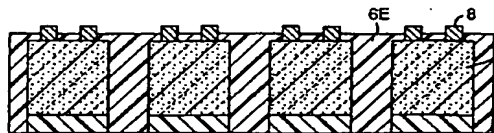
【図12】



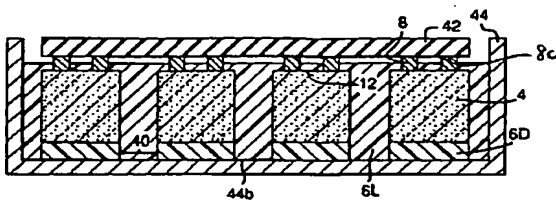
【図11】



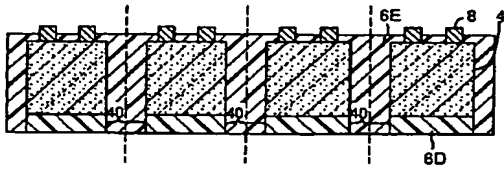
【図14】



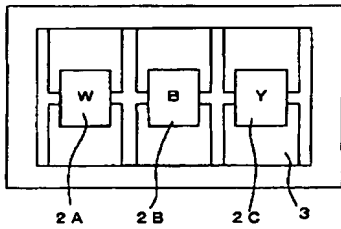
【図13】



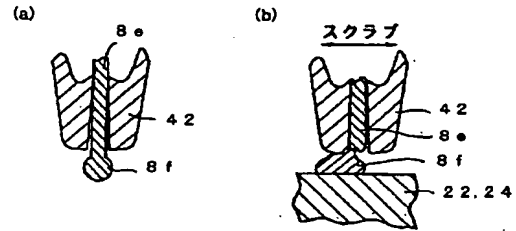
【図15】



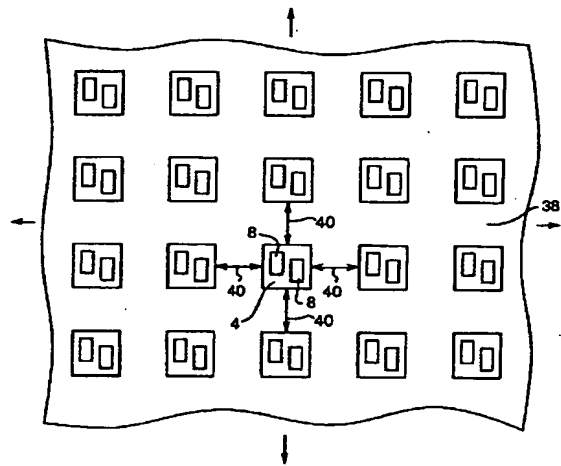
【図18】



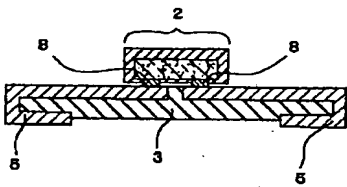
【図17】



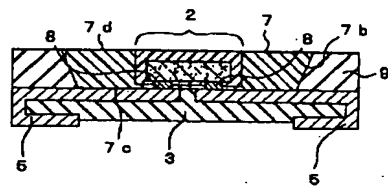
(c)



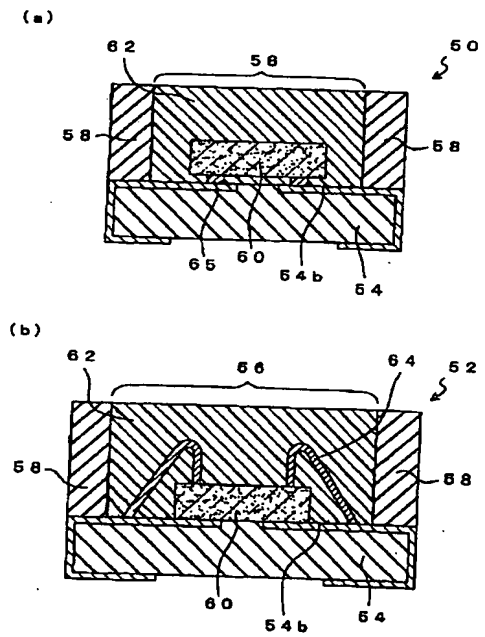
【図19】



【図20】



【図21】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**